

[Handwritten signature]

PATENT
83393.0001
Express Mail Label No. EL 713 626 866 US

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of:

Masahiro SHIBAMOTO et al.

Serial No: Not assigned

Filed: March 4, 2002

For: MAGNETIC RECORDING DISK, MAGNETIC
RECORDING DISK MANUFACTURING
METHOD AND MAGNETIC RECORDING
DISK MANUFACTURING SYSTEM

Art Unit: Not assigned

Examiner: Not assigned

TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT

Box PATENT APPLICATION
Assistant Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

JC821 U.S. PTO
10/090350
03/04/02

[Handwritten signature]

Dear Sir:

Enclosed herewith is a certified copy of Japanese patent application
No. 2001-060979 which was filed March 5, 2001, from which priority is claimed
under 35 U.S.C. § 119 and Rule 55.

Acknowledgment of the priority document(s) is respectfully requested to
ensure that the subject information appears on the printed patent.

Respectfully submitted,

HOGAN & HARTSON L.L.P.

By: *[Signature]*
Anthony J. Orler
Registration No. 41,232
Attorney for Applicant(s)

Date: March 4, 2002

500 South Grand Avenue, Suite 1900
Los Angeles, California 90071
Telephone: 213-337-6700
Facsimile: 213-337-6701

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日
Date of Application:

2001年 3月 5日

出 願 番 号
Application Number:

特願2001-060979

[ST.10/C]:

[JP 2001-060979]

出 願 人
Applicant(s):

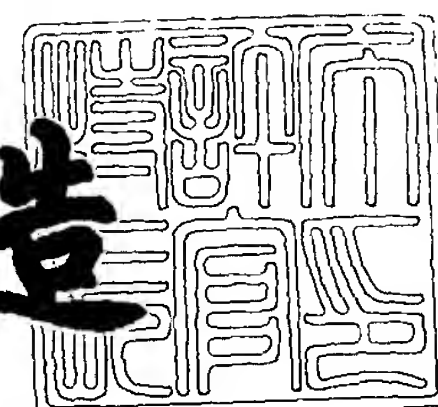
アネルバ株式会社



2002年 1月29日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2002-3002590

【書類名】 特許願

【整理番号】 20010006

【あて先】 特許庁長官殿

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都府中市四谷 5 丁目 8 番 1 号 アネルバ株式会社内

 【氏名】 芝本 雅弘

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都府中市四谷 5 丁目 8 番 1 号 アネルバ株式会社内

 【氏名】 古川 真司

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都府中市四谷 5 丁目 8 番 1 号 アネルバ株式会社内

 【氏名】 遠藤 徹哉

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都府中市四谷 5 丁目 8 番 1 号 アネルバ株式会社内

 【氏名】 坂井 美保

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都府中市四谷 5 丁目 8 番 1 号 アネルバ株式会社内

 【氏名】 渡辺 直樹

【特許出願人】

 【識別番号】 000227294

 【氏名又は名称】 アネルバ株式会社

 【代表者】 今村 有孝

【代理人】

 【識別番号】 100097548

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 保立 浩一

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 057026

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9204420

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気記録ディスク、磁気記録ディスク製造方法及び磁気記録ディスク製造装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板と、この基板上に形成された磁気記録層とより成る磁気記録ディスクであって、基板と磁気記録層との間には、磁気記録層に対して磁気異方性を付与する異方性付与層が設けられており、この異方性付与層は、ニオブ、タンタル、ニオブ合金又はタンタル合金であって窒化されたもの又は窒素を含むものからなることを特徴とする磁気記録ディスク。

【請求項 2】 前記異方性付与層の磁気記録層側の表面は、大気ガス、窒素ガス又は酸素ガスに晒されることにより変性されていることを特徴とする請求項 1 記載の磁気記録ディスク。

【請求項 3】 基板上に磁気記録層を形成する磁気記録層形成工程を含む磁気記録ディスク製造方法であって、

前記磁気記録層形成工程に先立ち、磁気記録層に対して磁気異方性を付与する異方性付与層を形成する異方性付与層形成工程を有しており、この異方性付与層形成工程では、ニオブ、タンタル、ニオブ合金又はタンタル合金であって窒化されたもの又は窒素を含むものからなる薄膜を作成するものであることを特徴とする磁気記録ディスク製造方法。

【請求項 4】 前記ニオブ、タンタル、ニオブ合金又はタンタル合金であって窒化されたもの又は窒素を含むものからなる薄膜を作成した後、その薄膜の表面を、大気ガス、窒素ガス又は酸素ガスに暴露することを特徴とする請求項 3 記載の磁気記録ディスク製造方法。

【請求項 5】 前記異方性付与層形成工程は、前記ニオブ、タンタル、ニオブ合金又はタンタル合金であって窒化されたもの又は窒素を含むものからなる薄膜をスパッタリングにより作成するものであって、付与すべき異方性の方向に方向成分を持って飛行するスパッタ粒子を相対的多く基板に入射させることを特徴とする請求項 3 又は 4 記載の磁気記録ディスク製造方法。

【請求項 6】 基板上に磁気記録層を形成して磁気記録ディスクを製造する

磁気記録ディスク製造装置であって、

前記磁気記録層を形成する磁気記録層形成チャンバーと、

前記磁気記録層に対して磁気異方性を付与する異方性付与層を形成する異方性付与層形成チャンバーと、

異方性付与層形成チャンバーから磁気記録層形成チャンバーに基板を搬送する搬送系とを有しており、

前記異方性付与層形成チャンバーは、ニオブ、タンタル、ニオブ合金又はタンタル合金であって窒化されたもの又は窒素を含むものからなる薄膜を基板上に作成するものであることを特徴とする磁気記録ディスク製造装置。

【請求項 7】 前記異方性付与層形成チャンバーにおける処理の後であって前記磁気記録層形成チャンバーでの処理の前に、基板を大気ガス、窒素ガス又は酸素ガスに晒す暴露チャンバーが設けられていることを特徴とする請求項 6 記載の磁気記録ディスク製造装置。

【請求項 8】 前記異方性付与層形成チャンバーは、前記ニオブ、タンタル、ニオブ合金又はタンタル合金であって窒化されたもの又は窒素を含むものからなる薄膜をスパッタリングにより作成するものであって、付与すべき異方性の方向に方向成分を持って飛行するスパッタ粒子を相対的多く基板に入射させることにより成膜を行うものであることを特徴とする請求項 6 又は 7 記載の磁気記録ディスク製造装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

本願の発明は、ハードディスクのようなコンピュータの外部記憶装置として多用されている磁気記録ディスク、及び、そのような磁気記録ディスクの製造に関するものである。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

ハードディスクやフロッピーディスクのような磁気記録ディスクは、コンピュータの外部記憶装置として広く用いられている。このような磁気記録ディスクは

、基本的には、ディスク状の基板と、基板に設けた磁気記録層とからなる構造である。

磁気記録ディスクの製造について、ハードディスクの場合を例にして説明する。ハードディスクを製造する場合、アルミニウム等で形成された基板の表面に、メッキ法によりNiP膜を作成する。そして、その上に下地層としてCoCr膜等を作成し、その上に磁気記録層用の磁性膜としてCoCrTa膜等を作成する。さらにその磁性膜の上に保護層としてダイヤモンドに近い構造を持つカーボン膜(Diamond-like-carbon膜, DLC膜)を作成する。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】

上述したハードディスク等の磁気記録ディスクに製造においては、記録密度を向上させる観点から、限界が指摘されている。この点について、以下に説明する。

【0004】

近年のハードディスクの面記録密度は、驚異的な勢いで伸びている。現在の面記録密度は35ギガビット/平方インチ程度になっており、将来的には100ギガビット/平方インチに達すると言われている。面記録密度の向上には、現在一般的な長手方向記録の場合、一つの磁区(ビット)の長さを小さくしたりトラック幅を狭くしたりすることが必要である。ビット長を小さくしたりトラック幅を狭くしたりするには、情報の記録や読み出しを行う磁気ヘッドと磁気記録層との間の間隔(以下、スペーシングと呼ぶ)を小さくすることが必要である。スペーシングが大きいと、ビット長が小さくなったりトラック幅が狭くなったりした場合、磁区からの磁束を充分捉えきれなくなり、記録や読み出しのエラーにつながる恐れがある。

【0005】

また、面記録密度の向上には、磁化遷移領域の問題も重要である。長手方向記録では、各磁区は長手方向に互いに逆向きに磁化されるが、各磁区の境界部分は、明確な直線状にはならない。これは、磁性膜が小さな結晶粒の集まりで形成されているため、結晶粒の形状に沿って各磁区の境界が形成されるからである。つ

まり、結晶粒のため境界部分はジグザグ状となる。各磁区の境界部分は、磁化の方向が変わる部分であるため磁化遷移領域と呼ばれるが、境界部分がジグザグ状となるため、ビットの幅方向で平均化すると、磁化の向きは急峻には変化せず、緩やかに変化する状態となる。つまり、磁化遷移領域が大きくなる。磁化遷移領域が大きいと、限られた長さの中に形成できる磁区の数がその分だけ減ってしまう。従って、磁化遷移領域の存在は、記録密度向上のネックの一つとなっている。

【 0 0 0 6 】

磁化遷移密度を小さくするには、なるべく小さな結晶粒で磁性膜を作成することが必要になってくる。結晶粒を小さくするには、磁性膜の厚さを薄くすることが一つの方法である。しかしながら、結晶粒を小さくすると、磁化の熱ゆらぎの問題が深刻になってくる。以下、この点について説明する。

【 0 0 0 7 】

磁化された磁区は、通常は、逆方向の磁界の印加によらない限り磁化が維持される。しかしながら、実際は、熱ゆらぎによって磁化が経時的に僅かずつ解消してしまう。従って、磁区が絶対零度に冷却されいない限り、永久的な磁化状態の保持というのは不可能である。磁気記録ディスクにおいて、この熱ゆらぎの問題が極端に現れると、記憶した情報が数年後に部分的に消滅するという事態になり得る。磁気記録ディスクが半永久的なデータ保存用として用いられている場合、この事態は深刻である。

【 0 0 0 8 】

熱ゆらぎは、磁化された粒子が熱振動によって逆向きに反転して磁化されてしまう熱磁気緩和現象である。特に、磁化遷移領域に近い場所の磁化粒子は、隣接する磁区からの反転磁界の影響を受け、逆向きに反転磁化される熱磁気緩和が生じやすい。

このような熱ゆらぎは、磁気記録用の磁性膜では、結晶粒が小さくなると、各結晶粒が熱的に不安定になり易いため生じ易い。従って、熱ゆらぎの問題を解決しなければ、結晶粒を小さくすることによる磁化遷移の急峻化も困難となってしまう。

【 0 0 0 9 】

熱ゆらぎの問題を解決する方法として、磁性膜に磁気異方性を付与することが有効であることが最近になって判ってきた。磁気異方性とは、磁化する際の磁界の方向によって、同じ磁界強度でも磁化の強さが異なってくることである。もしくは、保磁力の強さが磁化の方向によって異なると表現することも可能である。

磁気異方性を付与する手段としては、磁性膜を構成する各結晶の配向をそろえていくことが現在考えられている。つまり、各結晶粒における結晶の配向がばらばらな方向なのではなく、ある程度同じ方向にそろえるようにする。このようにすると、そのようにそろえた結晶の配向方向に一致した方向で磁化すると、それとは異なる方向で磁化された場合に比べ、保磁力が強くなる。即ち、磁気異方性が達成される。

【 0 0 1 0 】

結晶の配向をそろえる方法としては、薄膜を作成する際の下地に、機械的に微細な溝を形成する方法がある。微細な溝が形成された表面に薄膜を堆積させると、各結晶の配向が溝の方向に向き易く、溝の方向に磁気異方性を得ることができる。尚、このような磁気異方性を与えるための機械的な形状を、本明細書では「テクスチャ」と呼ぶ。

例えば、前述したハードディスクの製造プロセスでは、ニッケル燐膜の表面に微細な溝を多数形成してテクスチャとする。ハードディスクドライブでは、磁気ヘッドに対して、ディスクをその中心軸の周りに回転させながら情報の記録及び読み出しを行うので、磁化の方向も周方向（正確にはディスクの中心軸を中心とする円の接線方向）となることが多い。従って、磁気異方性も周方向とされる。このため、テクスチャは、基板の中心軸と同軸の円周状の微細な溝とされる。基板の径方向の断面で見ると、この微細な溝は、鋸波状である。

【 0 0 1 1 】

このようなテクスチャが形成されたNiP膜の上に作成される下地膜は、結晶の配向が前述した通り周方向に向き易く、これに伴い、その上に作成される磁性膜の結晶の配向も周方向に向き易い。この結果、磁性膜には、周方向の保磁力が強くなる磁気異方性が与えられる。

【 0 0 1 2 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述したテクスチャによる磁気異方性の付与は、スペーシングの低減という課題から問題が指摘されている。以下、この点について図 9 を使用して説明する。図 9 は、従来の技術の課題について説明する図である。

【 0 0 1 3 】

上述した通り、面記録密度の向上のためには、スペーシングの低減が必要である。しかしながら、テクスチャの存在は、スペーシングの低減を阻害する要因となる。つまり、テクスチャがあると、図 9 に示すように、記録層用の磁性膜の表面 9 0 1 も、テクスチャの形状を反映した凹凸になる。この場合、凸の部分では、磁気ヘッド 9 0 2 との距離（スペーシング S）をある程度小さくできても、凹の部分では、テクスチャの高さ（又は深さ）の分があるため、スペーシング S が大きくなってしまう。従って、この部分では、記録や読み出しが不安定になる恐れがある。

【 0 0 1 4 】

凹の部分でもスペーシング S が小さくなるよう磁気ヘッド 9 0 2 を磁性膜の表面 9 0 1 にさらに近づけると、磁性膜の上側の保護層等（不図示）接触することになってしまう。この結果、磁気ヘッド 9 0 2 が磁気記録ディスク表面に吸着されてしまうエラーや、磁気記録ディスクの表面を傷つけたりする問題が生じる恐れがある。

このような問題は、磁気記録ディスクの表面に潤滑膜を設けることである程度解消することができるが、いずれにしても、テクスチャがある限り、テクスチャの高さ（又は深さ）よりもスペーシングを小さくすることは不可能である。従って、テクスチャを設けることなく磁気異方性を確保することができる新しい技術の開発が強く望まれている。

【 0 0 1 5 】

本願の発明は、かかる課題を解決するためになされたものであり、テクスチャを設けることなしに磁気記録層に磁気異方性を付与することができる新規な構成を提供する技術的意義がある。

【 0 0 1 6 】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本願の請求項 1 記載の発明は、基板と、この基板上に形成された磁気記録層とより成る磁気記録ディスクであって、基板と磁気記録層との間には、磁気記録層に対して磁気異方性を付与する異方性付与層が設けられており、この異方性付与層は、ニオブ、タンタル、ニオブ合金又はタンタル合金であって窒化されたもの又は窒素を含むものからなるという構成を有する。

また、上記課題を解決するため、請求項 2 記載の発明は、前記請求項 1 の構成において、前記異方性付与層の磁気記録層側の表面は、大気ガス、窒素ガス又は酸素ガスに晒されることにより変性されているという構成を有する。

また、上記課題を解決するため、請求項 3 記載の発明は、基板上に磁気記録層を形成する磁気記録層形成工程を含む磁気記録ディスク製造方法であって、

前記磁気記録層形成工程に先立ち、磁気記録層に対して磁気異方性を付与する異方性付与層を形成する異方性付与層形成工程を有しており、この異方性付与層形成工程では、ニオブ、タンタル、ニオブ合金又はタンタル合金であって窒化されたもの又は窒素を含むものからなる薄膜を作成するものであるという構成を有する。

また、上記課題を解決するため、請求項 4 記載の発明は、前記請求項 3 の構成において、前記ニオブ、タンタル、ニオブ合金又はタンタル合金であって窒化されたもの又は窒素を含むものからなる薄膜を作成した後、その薄膜の表面を、大気ガス、窒素ガス又は酸素ガスに暴露するという構成を有する。

また、上記課題を解決するため、請求項 5 記載の発明は、前記請求項 3 又は 4 の構成において、前記異方性付与層形成工程は、前記ニオブ、タンタル、ニオブ合金又はタンタル合金であって窒化されたもの又は窒素を含むものからなる薄膜をスパッタリングにより作成するものであって、付与すべき異方性の方向に方向成分を持って飛行するスパッタ粒子を相対的多く基板に入射させるという構成を有する。

また、上記課題を解決するため、請求項 6 記載の発明は、基板上に磁気記録層を形成して磁気記録ディスクを製造する磁気記録ディスク製造装置であって、

前記磁気記録層を形成する磁気記録層形成チャンバーと、

前記磁気記録層に対して磁気異方性を付与する異方性付与層を形成する異方性付与層形成チャンバーと、

異方性付与層形成チャンバーから磁気記録層形成チャンバーに基板を搬送する搬送系とを有しており、

前記異方性付与層形成チャンバーは、ニオブ、タンタル、ニオブ合金又はタンタル合金であって窒化されたもの又は窒素を含むものからなる薄膜を基板上に作成するものであるという構成を有する。

また、上記課題を解決するため、請求項 7 記載の発明は、前記請求項 6 の構成において、前記異方性付与層形成チャンバーにおける処理の後であって前記磁気記録層形成チャンバーでの処理の前に、基板を大気ガス、窒素ガス又は酸素ガスに晒す暴露チャンバーが設けられているという構成を有する。

また、上記課題を解決するため、請求項 8 記載の発明は、前記請求項 6 又は 7 の構成において、前記異方性付与層形成チャンバーは、前記ニオブ、タンタル、ニオブ合金又はタンタル合金であって窒化されたもの又は窒素を含むものからなる薄膜をスパッタリングにより作成するものであって、付与すべき異方性の方向に方向成分を持って飛行するスパッタ粒子を相対的多く基板に入射させることにより成膜を行うものであるという構成を有する。

【 0 0 1 7 】

【発明の実施の形態】

以下、本願発明の実施の形態（以下、実施形態）について説明する。

まず、磁気記録ディスクの発明の実施形態について説明する。図 1 は、実施形態に係る磁気記録ディスクの断面概略図である。図 1 に示す磁気記録ディスクは、ディスク状の基板 9 と、基板 9 上に形成された磁性記録層 9 1 とより成り、基板 9 と磁気記録層 9 1 との間に、磁気記録層 9 1 に対して磁気異方性を付与する異方性付与層 9 2 が設けられた構成である。

【 0 0 1 8 】

より詳しく説明すると、基板 9 はガラス製であり、例えば H O Y A（株）製の N 5 等が使用できる。基板 9 上には、まず、本実施形態の磁気記録ディスクを大

きく特徴づける異方性付与層 9 2 が形成されている。異方性付与層 9 2 の上には、下地層 9 3 が形成され、その上に中間層 9 4 が作成されている。この中間層 9 4 の上に磁気記録層 9 1 が形成され、その上に保護層 9 5 が作成されている。

【 0 0 1 9 】

異方性付与層 9 2 は、磁気記録層 9 1 の結晶の配向をそろえて異方性を付与するものである。従来の磁気記録ディスクでは、基板 9 上にはまず N i P 膜や N i A l 膜が作成されることが多いが、本実施形態の異方性付与層 9 1 は、これに代わるものであるといえることができる。

【 0 0 2 0 】

従来の磁気記録ディスクにおける N i P 膜や N i A l 膜は、基板 9 を硬くして機械的強度を補強するのが主な目的であった。しかしながら、本願の発明者の研究によると、この基板 9 上に最初に作成する薄膜が、磁気記録層 9 1 の磁気異方性に影響を与えることが判ってきた。本願の発明者の研究によると、ニオブ、タンタル、ニオブ合金又はタンタル合金であって窒化されたもの又は窒素を含むものからなる薄膜を下地層 9 3 の下側に作成しておくこと、後述するように、磁気記録層 9 1 に効果的に磁気異方性を付与することができることが判明した。従って、異方性付与層 9 2 は、これらいずれか材料の薄膜で形成される。例えば、C r N b 膜が異方性付与層 9 2 として作成される。膜厚は、1 n m ~ 2 0 0 n m 程度で良い。

【 0 0 2 1 】

また、下地層 9 3 としては、C r 膜や C r W 膜が作成される。これらを積層したものが下地層 9 3 として採用されることもある。下地層 9 3 の厚さは、1 n m ~ 5 0 n m 程度で良い。中間層 9 4 としては、例えば C o - 4 0 a t % C r 膜が作成される。厚さは、0 . 5 n m ~ 1 0 n m 程度で良い。尚、a t % とは、原子量で換算した質量比であり原子数比に相当する。例えば、C o - 4 0 a t % C r 膜とは、C o 1 0 0 に対して 4 0 の原子数比の C r を含んだ膜ということである。

【 0 0 2 2 】

磁気記録層 9 1 としては、例えば C o C r P t B 膜又は C o C r P t T a 膜が作成される。厚さは、1 0 n m ~ 5 0 n m 程度で良い。C o C r P t T a 膜の場合

合の組成比は、例えばC o -20C r -10P t -2T a (at%)であり、C o C r P t B 膜の場合の組成比は、例えばC o -20C r -10P t -6B (at%)である。保護層9 5 としては、前述したD L C膜が作成される。厚さは、1 n m ~ 1 0 n m程度で良い。

【 0 0 2 3 】

次に、このような磁気記録ディスクを製造する方法及び装置の発明の実施形態について説明する。

図2は、実施形態に係る磁性膜作成装置の概略構成を示す平面図である。本実施形態の装置は、インライン式の装置になっている。インライン式とは、複数のチャンバーが一行に縦設され、それらのチャンバーを経由して基板9の搬送路が設定されている装置の総称である。本実施形態の装置では、複数のチャンバー1, 8 0, 8 1, 8 2, 8 3, 8 4, 8 5, 8 7, 8 8, 8 9, 8 0 0が方形の輪郭に沿って縦設されており、これに沿って方形の搬送路が設定されている。

【 0 0 2 4 】

各チャンバー1, 8 0, 8 1, 8 2, 8 3, 8 4, 8 5, 8 7, 8 8, 8 9, 8 0 0は、専用又は兼用の排気系によって排気される真空容器である。各チャンバー1, 8 0, 8 1, 8 2, 8 3, 8 4, 8 5, 8 7, 8 8, 8 9, 8 0 0の境界部分には、ゲートバルブ1 0が設けられている。基板9は、キャリア2に搭載されて図2中不図示の搬送機構によって搬送路に沿って搬送されるようになっている。

複数のチャンバー1, 8 0, 8 1, 8 2, 8 3, 8 4, 8 5, 8 7, 8 8, 8 9, 8 0 0のうち、方形の一辺に隣接して配置された二つのチャンバー8 1, 8 2が、キャリア2への基板9の搭載を行うロードロックチャンバー8 1及びキャリア2からの基板9の回収を行うアンロードロックチャンバー8 2になっている。

【 0 0 2 5 】

また、方形の他の三辺に配置されたチャンバー1, 8 0, 8 3, 8 4, 8 5, 8 8, 8 9, 8 0 0は、各種処理を行う処理チャンバーになっている。具体的には、薄膜の作成の前に基板9を予め加熱するプリヒートチャンバー8 3と、異方

性付与層の上に下地層を作成する下地層形成チャンバー 8 4 と、下地層上に中間層を形成する中間層形成チャンバー 8 8 と、中間層の上に磁気記録層を形成する磁気記録層形成チャンバー 8 0 と、磁気記録層の上に保護層を作成する保護層形成チャンバー 8 5 とが設けられている。尚、処理チャンバー 8 0 0 は予備のものである。また、方形の角の部分のチャンバー 8 7 は、基板 9 の搬送方向を 9 0 度転換する方向転換機構を備えた方向転換チャンバー 8 7 になっている。

【 0 0 2 6 】

キャリア 2 は、基板 9 の周縁を数カ所で接触保持して基板 9 を保持するものである。搬送機構は、磁気結合方式により動力を真空側に導入してキャリア 2 を移動させる。キャリア 2 は、搬送ラインに沿って並べられた多数の従動ローラに支持されながら移動する。このようなキャリア 2 及び搬送機構の構成としては、特開平 8 - 2 7 4 1 4 2 号公報に開示された構成を採用することができる。

【 0 0 2 7 】

本実施形態の装置は、前述したような磁気記録ディスクを製造するため、プリヒートチャンバー 8 3 と下地層作成チャンバー 8 4 との間に、プリヒートされた基板 9 上に異方性付与層を形成する異方性付与層形成チャンバー 1 と、基板 9 を所定のガスに晒す暴露チャンバー 8 9 が設けられている。以下、この点を詳しく説明する。

【 0 0 2 8 】

図 3 は、図 1 に示す異方性付与層形成チャンバー 1 の側面断面概略図である。異方性付与層形成チャンバー 1 は、磁気記録層を異方性を付与する薄膜（以下、異方性付与膜）をスパッタリングにより作成するものとなっている。具体的に説明すると、異方性付与層形成チャンバー 1 は、内部を排気する排気系 1 1 と、内部にプロセスガスを導入するガス導入系 1 2 と、内部の空間に被スパッタ面を露出させて設けたターゲット 3 0 を有するカソードユニット 3 と、ターゲット 3 0 にスパッタ放電用の電圧を印加するスパッタ電源（図 2 中不図示）と、ターゲット 3 0 の背後に設けられた磁石ユニット 5 とを備えている。

【 0 0 2 9 】

この異方性付与層形成チャンバー 1 の特徴点は、異方性付与膜として、窒化さ

せたCrNb膜を作成するものとなっているとともに、付与すべき異方性の方向に方向成分を持って飛行するスパッタ粒子を相対的多く基板9に入射させることにより成膜を行うものとなっている点である。具体的には、ターゲット30は、CrNb合金から成っている。また、ガス導入系12は、窒素とアルゴンの混合ガスをプロセスガスとして導入するようになっている。さらに、図3に示すように、ターゲットは、基板9に対して偏心した位置に配置されており、放出されるスパッタ粒子が斜めに多く基板9に入射するようになっている。

【0030】

排気系11は、クライオポンプ等の真空ポンプを備えており、異方性付与層形成チャンバー1内を 10^{-6} Pa程度まで排気可能に構成されている。本実施形態では、基板9の両面に同時に成膜するため、キャリア2に保持された基板9の両側にカソードユニット3が配置されている。カソードユニット3は、前述したターゲット30や磁石ユニット5を含んでいる。磁石ユニット5は、マグネトロンスパッタリングを可能にするためのものである。

【0031】

ガス導入系12によってアルゴンと窒素の混合ガスを導入しながら排気系11によって異方性付与層形成チャンバー1内を所定の圧力に保ち、この状態で図3中不図示のスパッタ電源を動作させる。この結果、スパッタ放電が生じてターゲット30がスパッタされ、スパッタされたターゲット30の材料が基板9に達して基板9上にCrNb合金から成る異方性付与膜が作成される。この際、導入された窒素ガスとの反応が生じ、異方性付与膜は、窒化されたCrNb合金又は窒素含有のCrNb合金から成る膜（以下、単に窒化CrNb膜）となる。

【0032】

次に、図4を使用して、前述した異方性を付与するための手段の一つであるスパッタ粒子の斜め入射の構成について説明する。図4は、異方性を付与するためのスパッタ粒子の斜め入射の構成について説明する平面概略図である。

【0033】

図3及び図4から解るように、本実施形態では、三つのターゲット30が配置されている。三つのターゲット30は、基板9と同軸の円周上に等間隔即ち12

0度毎に配置されている。三つのターゲット30は、成膜の際、後述する回転機構により、基板9と同軸の回転軸の周りに回転するようになっている。また、ターゲット30と基板9との間には、方向規制板39が設けられている。方向規制板39は、不図示の固定具によりターゲット30に対して固定されており、ターゲット30と一体に回転するようになっている。

【0034】

ターゲット30が基板9に対して偏心した位置に配置されると、ターゲット30から放出されるスパッタ粒子は、基板9に対して斜めに多く入射する。この際、図4に示すように、平面視において、ターゲット30の中心軸と基板9の中心軸とを結ぶ方向（以下、軸-軸方向）に飛行して基板9に入射するスパッタ粒子S1もあるが、軸-軸方向から逸れて飛行して入射するスパッタ粒子S2も多くある。この軸-軸方向から逸れた方向に飛行して斜めに基板9に入射するスパッタ粒子（以下、逸軸斜めスパッタ粒子と呼ぶ）S2が、磁気記録層への異方性の付与に貢献する。

【0035】

本実施形態における異方性付与層形成チャンバー1は、基板9上に均一に異方性付与膜を作成するため、ターゲット30の中心軸から偏心した回転軸であって基板9と同軸の回転軸の周りに回転させる回転機構を設けている。以下、この点について説明する。

図5は、図3に示すカソードユニット3の詳細を示す断面図である。図3に示す左右のカソードユニット3は同様の構造（基板9を挟んで対称の構造）であり、図5にはそのうち左側のカソードユニット3の詳細が示されている。

【0036】

まず、スパッタチャンバー1の側壁部には、カソードユニット3の断面積よりも少し大きな開口が設けられている。カソードユニット3は、この開口に挿通されている。

スパッタチャンバー1の側壁部の外面には、ユニット取付枠6が固定されている。ユニット取付枠6は、図5に示すような段差のある断面形状の円筒である。ユニット取付枠6の端面は、Oリングのような封止部材60を介してスパッタチ

チャンバー 1 の側壁部の外面に固定されている。

【 0 0 3 7 】

ユニット取付枠 6 の内側には、主ホルダー 3 1 が設けられている。主ホルダー 3 1 もほぼ円筒であり、ユニット取付枠 6 と同軸上に設けられている。以下、この主ホルダー 3 1 の中心軸を「基準軸」と呼び、図 5 に A で示す。前述したキャリア 2 は、基板 9 の中心軸がこの基準軸 A に一致した状態で停止するようになっている。

主ホルダー 3 1 の右側の端部には、右ホルダーフランジ 3 1 1 が設けられている。右ホルダーフランジ 3 1 1 には、カソード取付枠 3 2 が固定されている。カソード取付枠 3 2 は、図 5 に示すような断面形状のほぼ円筒状であり、基準軸 A と同軸上に設けられている。

【 0 0 3 8 】

カソード取付枠 3 2 の右側の端面はスパッタチャンバー 1 内に位置し、この端面に空洞形成板 3 3 が固定されている。空洞形成板 3 3 には、バックングプレート 3 4 が固定されている。バックングプレート 3 4 には、ターゲット 3 0 押さえ 3 1 0 によりターゲット 3 0 が着脱可能に取り付けられている。即ち、左から順に、空洞形成板 3 3、バックングプレート 3 4、ターゲット 3 0 が重ね合わされ、カソード取付枠 3 2 の右端面に固定されている。尚、空洞形成板 3 3 及びバックングプレート 3 4 は、ターゲット 3 0 より少し大きいほぼ円盤状である。

【 0 0 3 9 】

図 4 に示すように、本実施形態では、一つのカソードユニット 3 に三つのターゲット 3 0 が設けられている。各ターゲット 3 0 は同じ大きさの円盤状である。各ターゲット 3 0 は、基準軸 A 上の点を中心とする円周上に均等間隔で（即ち、120 度毎に）設けられている。空洞形成板 3 3 は、バックングプレート 3 4 とともに、空洞 3 3 0 を形成する形状となっている。この空洞 3 3 0 内には、後述するように、冷媒が供給される。

【 0 0 4 0 】

そして、回転機構は、各ターゲット 3 0 を基板 9 の中心と同軸の回転軸の周り（即ち、基準軸 A の周り）に回転させるものとなっている。回転機構は、上述し

た主ホルダー 3 1 と、主ホルダー 3 1 を回転させるモータのような回転駆動源 3 5 1 等によって構成されている。

具体的に説明すると、主ホルダー 3 1 の左側の端部には、左ホルダーフランジ 3 1 2 が設けられている。左ホルダーフランジ 3 1 2 の周面は、ギヤ歯（以下、フランジ側ギヤ歯）になっている。そして、回転駆動源 3 5 1 の出力軸には、フランジ側ギヤ歯に噛み合うギヤ歯を持つ駆動ギヤ 3 5 2 が連結されている。回転駆動源 3 5 1 が駆動されると、駆動ギヤ 3 5 2 を介して主ホルダー 3 1 が基準軸 A の周りに回転する。この結果、各ターゲット 3 0 も、それらの中心軸から偏心した基準軸 A の周りに一体に回転する。

尚、主ホルダー 3 1 は、ユニット取付枠 6 によって保持されている。ユニット取付枠 6 と主ホルダー 3 1 の間には、ベアリング 7 が設けられており、上記主ホルダー 3 1 の回転を許容するようになっている。

上記のような偏心回転によって、前述した磁気異方性の付与に貢献しつつ、均一な厚さで成膜が行える。

【 0 0 4 1 】

次に、再び図 3 及び図 5 を使用して、本実施形態におけるカソードユニット 3 の他の構成について説明する。図 3 及び図 5 に示すように、カソード取付枠 3 2 内には、磁石ユニット 5 が設けられている。磁石ユニット 5 は、各ターゲット 3 0 の背後にそれぞれ設けられている。磁石ユニット 5 は、中央磁石 5 1 と、中央磁石 5 1 を取り囲む円筒状の周辺磁石 5 2 と、中央磁石 5 1 と周辺磁石 5 2 とをつなぐヨーク 5 3 とから主に構成されている。中央磁石 5 1 と周辺磁石 5 2 による磁力線 5 0 は、図 5 に示すように、ターゲット 3 0 を貫き、ターゲット 3 0 の前方の放電空間に弧状に形成される。ターゲット 3 0 と磁力線 5 0 とによって形成される閉空間内に電子がマグネトロン運動しながら閉じこめられ、高効率のマグネトロン放電が達成される。

【 0 0 4 2 】

ヨーク 5 3 は、ターゲット 3 0 より少し小さい円盤状であり、垂直に立てて設けられている。中央磁石 5 1 は例えば円柱状で、周辺磁石 5 2 は例えば円環状である。ターゲット 3 0 の中心軸とヨーク 5 3 の中心軸は同軸であるが、中央磁石

5 1 や周辺磁石 5 2 の配置や形状は、ターゲット 3 0 の中心軸に対して非対称の形状になっている。即ち、磁石ユニット 5 によって形成される磁界は、ターゲット 3 0 の中心軸に対して非対称となっている。これは、後述するように磁石ユニット 5 が回転した際、ターゲット 3 0 の表面における時間平均した磁界強度が均一になるようにするためである。

【 0 0 4 3 】

また、各磁石ユニット 5 をターゲット 3 0 の中心軸と同軸の回転軸の周りに回転させる補助回転機構が設けられている。補助回転機構は、前述した回転機構の回転動力により各磁石ユニット 5 を回転させるものとなっている。

具体的に説明すると、補助回転機構は、各磁石ユニット 5 に設けられた従動ギヤ 3 6 1 と、回転機構の回転動力を各磁石ユニット 5 の回転動力に変換する静止ギヤ 3 6 2 とから主に構成されている。

【 0 0 4 4 】

従動ギヤ 3 6 1 は、ヨーク 5 3 の下面に固定されている。従動ギヤ 3 6 1 は、ターゲット 3 0 の中心軸と同軸である。従動ギヤ 3 6 1 の中心から水平に延びるようにして軸棒 3 6 3 が固定されている。この軸棒 3 6 3 は、ベアリング 7 を介してカソード取付枠 3 2 に保持されている。

一方、前述した回転機構の回転駆動源 3 5 1 は、ベース板 3 0 0 に取り付けられている。ベース板 3 0 0 は、垂直な姿勢で設けられている。ベース板 3 0 0 には、スピンドルが挿通されているスピンドル用開口が設けられている。そして、スピンドル用開口の縁から水平に延びるようにして、ギヤホルダー 3 6 0 が設けられている。ギヤホルダー 3 6 0 は、基準軸 A と同軸のほぼ円筒状である。

【 0 0 4 5 】

静止ギヤ 3 6 2 は、ギヤホルダー 3 6 0 の先端に固定されている。静止ギヤ 3 6 2 のギア歯は、基準軸 A と同軸であり、基準軸 A に対して外側の向いている。そして、図 5 に示すように、静止ギヤ 3 6 2 は各従動ギヤ 3 6 1 に噛み合っている。静止ギヤ 3 6 2 と各従動ギヤ 3 6 1 の位置関係及び噛み合いが、図 5 に併せて示されている。

【 0 0 4 6 】

図 5 から解るように、各磁石ユニット 5 は、軸棒 3 6 3 を介してカソード取付棒 3 2 に連結されているので、回転駆動源 3 5 1 によって主ホルダー 3 1 が回転し、各ターゲット 3 0 が基準軸 A の周りに回転する際、各磁石ユニット 5 や各従動ギヤ 3 6 1 も一体に基準軸 A の周りに回転する（以下、この基準軸 A 周りの回転を公転と呼ぶ）。従動ギヤ 3 6 1 は基準軸 A よりの箇所では静止ギヤ 3 6 2 に噛み合っているため、上記公転の際、従動ギヤ 3 6 1 は、ターゲット 3 0 と同軸の中心軸の周りに回転する（以下、この回転を自転と呼ぶ）。従動ギヤ 3 6 1 の自転に伴い、磁石ユニット 5 も一体に自転する。結局、磁石ユニット 5 は、基準軸 A の周りの公転と、ターゲット 3 0 の中心軸の周りの自転とを同時に行うことになる。尚、ギヤホルダー 3 6 0 とユニット取付棒 6 の間には、ベアリング 7 が設けられている。

【 0 0 4 7 】

一方、主ホルダー 3 1 の中央を貫くようにしてスピンドル 3 7 が設けられている。スピンドル 3 7 は、先端部分で空洞形成板 3 3 やバックングプレート 3 4 等を保持している。スピンドル 3 7 は、右側の部分が円柱状であり、左側の部分がほぼ同径の円筒状となっている。

スピンドル 3 7 の右側の円柱状の部分（以下、円柱部）には、空洞 3 3 0 内に冷媒を導入する冷媒導入路 3 7 1 が設けられている。冷媒導入路 3 7 1 は、途中から三つに分岐しており、この分岐した先が、各ターゲット 3 0 の背後の空洞 3 3 0 につながっている。また、円柱部には、各空洞 3 3 0 から冷媒を排出する冷媒排出路 3 7 2 が設けられている。冷媒排出路 3 7 2 は、図 5 からは明らかでないが、各空洞 3 3 0 のそれぞれに三つ設けられている。

スピンドル 3 7 の左側の円筒状の部分（以下、円筒部）内には、冷媒導入路 3 7 1 につながる冷媒導入管 3 7 3 と、冷媒排出路 3 7 2 につながる冷媒排出管 3 7 4 が設けられている。図 5 では一つしか描かれていないが、冷媒排出管 3 7 4 は、各冷媒排出路 3 7 2 のそれぞれに設けられている。

【 0 0 4 8 】

また、スピンドル 3 7 の円柱部及び円筒部を貫くようにして給電ロッド 3 8 1 が設けられている。給電ロッド 3 8 1 は、各ターゲット 3 0 にスパッタ放電用の

電力を供給するものである。図 5 では一つの給電ロッド 3 8 1 しか描かれていないが、実際には三つの給電ロッド 3 8 1 が設けられている。

図 5 に示すように、給電ロッド 3 8 1 の先端は、空洞形成板 3 3 に接触している。空洞形成板 3 3 やバックングプレート 3 4 は、ステンレスや銅のような金属であり、空洞形成板 3 3 及びバックングプレート 3 4 を介してターゲット 3 0 に給電されるようになっている。尚、給電ロッド 3 8 1 とスピンドル 3 7 との間、及び、空洞形成板 3 3 やバックングプレート 3 4 とスピンドル 3 7 との間には、不図示の絶縁材が設けられている。このため、給電ロッド 3 8 1 が供給する電力がスピンドル 3 7 側に漏れないようになっている。

【 0 0 4 9 】

前述した公転に伴い、スピンドル 3 7 も基準軸 A の周りに公転する。スピンドル 3 7 の公転に拘わらず、電力供給や冷媒の流通ができるよう、スリップリング 3 8 2 及びロータリージョイント 3 7 5 が設けられている。図 5 に示すように、スリップリング 3 8 2 は、スピンドル 3 7 の左側の端部を取り囲むよう設けられている。スリップリング 3 8 2 には、ケーブルによって各給電ロッド 3 8 1 が結線されている。そして、スリップリング 3 8 2 には、各ターゲット 3 0 に対応してそれぞれ設けられた三つのスパッタ電源 4 が接続されている。

スリップリング 3 8 2 は、回転する円筒体の外側面に板バネ状の部材を接触させて導通を確保するものである。ここに使用するスリップリング 3 8 2 としては、例えばグローブテック社製の「 $\phi 150-60$ 3 c h S R」等が挙げられる。

【 0 0 5 0 】

また、ロータリージョイント 3 7 5 は、スピンドル 3 7 の左側の端部に接続されている。ロータリージョイント 3 7 5 には、冷媒導入管 3 7 3 につながる冷媒導入口 3 7 6 と、冷媒排出管 3 7 4 にそれぞれつながる三つの冷媒排出口 3 7 7 が設けられている。ロータリージョイントは、スピンドル 3 7 の回転に拘わらず、冷媒導入管 3 7 3 と冷媒導入口 3 7 6 との連通、及び、各冷媒排出管 3 7 4 と各冷媒排出口 3 7 7 との連通を確保するようになっている。このようなロータリージョイント 3 7 5 としては、例えば光洋油圧社製のロータリージョイント 3 7 5

K T - 4 - 0 2 - 1 W が使用できる。

【 0 0 5 1 】

上記ロータリージョイント 3 7 5 の冷媒導入口 3 7 6 と各冷媒排出口 3 7 7 は、図 5 に示すように、配管 3 7 8 及びサーキュレータ 3 7 9 を介してつながっている。サーキュレータ 3 7 9 により所定の温度に維持された冷媒は、冷媒導入口 3 7 6、冷媒導入管 3 7 3 及び各冷媒導入路 3 7 1 を経由して各空洞 3 3 0 に導入される。そして、冷媒は、各空洞 3 3 0 から、各冷媒排出路 3 7 2、各冷媒排出管 3 7 4 及び各冷媒排出口 3 7 7 を経てサーキュレータ 3 7 9 に戻る。

【 0 0 5 2 】

尚、上述した三つの給電ロッド 3 8 1、スリップリング 3 8 2 及び三つのスパッタ電源 4 は、ターゲット 3 0 にスパッタ放電用の電力を供給する電力供給系を構成している。そして、各スパッタ電源 4 は、独立して出力電圧を調整できるようになっており、ターゲット 3 0 に供給される電力が独立して制御されるようになっている。

【 0 0 5 3 】

上記カソードユニット 3 の構造において、スパッタチャンバー 1 内で維持される真空のリークがないよう、Ｏリングのような封止部材が必要な箇所に設けられている。特に、本実施形態では、ユニット取付枠 6 と主ホルダー 3 1 との間に、磁性流体シール 6 1 を用いている。磁性流体シール 6 1 は、磁性流体を使用した封止部材であり、主ホルダー 3 1 の回転を許容しつつ、主ホルダー 3 1 とユニット取付枠 6 との間の空間からのリークを防止している。

【 0 0 5 4 】

次に、暴露チャンバー 8 9 の構成について説明する。

暴露チャンバー 8 9 は、内部を排気する排気系と、内部にガスを導入するガス導入系を備えた気密な真空容器である。ガス導入系は、本実施形態では酸素ガスを導入するようになっており、基板 9 を酸素ガスに晒すものとなっている。暴露チャンバー 8 9 内の圧力は 0. 5 ～ 1 0 P a に維持されるようになっており、この程度の圧力下で基板 9 を酸素ガスに晒すようになっている。尚、酸素ガスに代え、大気ガス又は窒素ガスに晒す場合もある。この場合の「大気ガス」とは、大

気と同様の成分のガスという意味であり、圧力が大気圧であることを必ずしも意味するものではない。従って、大気ガスを内部に導入することで、異方性付与層形成チャンバー 1 に比べて圧力を高くした（大気圧に近い真空圧力にした）だけの場合もあり得る。

【 0 0 5 5 】

次に、上記異方性付与層形成チャンバー 1 及び暴露チャンバー 8 9 以外の装置の構成について説明する。

図 1 に示すプリヒートチャンバー 8 3 は、成膜に先だって基板 9 を所定温度まで加熱するチャンバーである。成膜の際の維持すべき基板 9 の温度は室温以上であることが多く、下地層作成チャンバー 8 4 等に到達した際に基板 9 が所定の高温になっているよう、プリヒートチャンバー 8 3 で基板 9 が加熱される。また、加熱の別の目的は、脱ガス即ち吸蔵ガスの放出である。

【 0 0 5 6 】

下地層作成チャンバー 8 4 は、上述した異方性付与層形成チャンバー 1 と同様に、スパッタリングにより成膜を行うチャンバーである。下地層には、C r 膜又は C r 合金膜等が用いられるので、ターゲットはこのような材料からなる。プロセスガスは、アルゴンで良い。下地層作成チャンバー 8 4 内の構成としては、基板 9 とターゲットが静止して向き合う通常の静止対向型の構成でも良いし、前述したように、ターゲット 3 0 が回転する構成でも良い。また、同様にスパッタ粒子の斜め入射の構成を採用し、磁気記録層への異方性の付与に貢献させる場合もある。

【 0 0 5 7 】

中間層形成チャンバー 8 8 及び磁気記録層形成チャンバー 8 0 も、同様にスパッタリングにより所定の薄膜を作成するチャンバーである。中間層としては C o C r 膜が作成され、磁気記録層としては C o C r P t B 合金又は C o C r P t T a 合金から成る膜が作成される。従って、中間層形成チャンバー 8 8 内のターゲットは C o C r 合金から成り、磁気記録層形成チャンバー 8 0 内のターゲットは C o C r P t B 合金又は C o C r P t T a 合金から成る。プロセスガスは、ともにアルゴンで良い。中間層形成チャンバー 8 8 及び磁気記録層形成チャンバー 8

0 についても、同様にスパッタ粒子の斜め入射の構成を採用すると、異方性付与の効果をさらに高めることができる。

【 0 0 5 8 】

尚、最終的には、磁気記録層に磁気異方性を付与することが目標であるが、その下側の層（異方性付与層、下地層又は中間層）の形成においてスパッタ粒子の斜め入射の構成が採用されていれば、磁気記録層の形成の際には、通常の構成（即ち、基板とターゲットが同軸に対向したスパッタ粒子垂直入射の構成）でも十分に磁気異方性が付与されることがある。従って、磁気記録層の形成では、通常のスッタ粒子の入射の構成が採用される場合が多い。また、各層の形成において斜め入射のようにスパッタ粒子の方向制御を行う場合、当然のことであるが、すべて同じ方向の磁気異方性（例えば周方向の保磁力が強くなる異方性）を付与するよう方向制御すると良いことは言うまでもない。

【 0 0 5 9 】

保護層形成チャンバー 8 5 は、前述した D L C 膜を保護層として作成するものである。保護層形成チャンバー 8 5 は、プラズマ C V D 又はスパッタリングにより D L C 膜を作成するよう構成される。プラズマ C V D による場合、 CH_4 等の有機系のガスを導入し、高周波放電によりプラズマを形成するよう構成される。プラズマ中でガスの分解が生じて炭素が生成され、基板 9 の表面にカーボン膜が堆積する。この際、基板 9 の温度をある程度の高温にすると、膜が D L C 膜として成長する。また、スパッタリングにより D L C 膜を作成する場合、カーボン製のターゲットを使用する。

【 0 0 6 0 】

次に、方法の発明の説明を兼ねて本実施形態の装置の動作について説明する。

まず、ロードロックチャンバー 1 内で未処理の基板 9 が最初のキャリア 2 に搭載される。このキャリア 2 はプリヒートチャンバー 8 3 に移動して、基板 9 がプリヒートされる。この際、次のキャリア 2 への未処理の基板 9 の搭載動作が行われる。1 タクトタイムが経過すると、キャリア 2 は異方性付与層形成チャンバー 1 に移動し、前述したように異方性付与層が形成される。この際、次のキャリア 2 はプリヒートチャンバー 8 3 に移動し、基板 9 がプリヒートされ、ロードロッ

クチャンバー 1 内でさらに次のキャリア 2 への基板 9 の搭載動作が行われる。

【 0 0 6 1 】

さらに 1 タクトタイムが経過すると、異方性付与層形成チャンバー 1 にあったキャリア 2 は暴露チャンバー 8 9 に移動し、異方性付与層の表面の酸素ガス暴露が行われる。プリヒートチャンバー 1 にあった次のキャリア 2 は異方性付与層形成チャンバー 1 に移動し、異方性付与層の形成が行われる。

このようにして、1 タクトタイム毎にキャリア 2 が移動し、プリヒート、異方性付与層の形成、酸素ガス暴露、下地層の形成、中間層の形成、磁気記録層の形成、保護層の形成の順で処理が行われる。そして、保護層の作成の後、キャリア 2 はアンロードロックチャンバー 2 に達し、このキャリア 2 から処理済みの基板 9 の回収動作が行われる。尚、一つの層が複数の薄膜を積層したものである場合、複数のチャンバーにまたがってその層の形成工程が行われる場合もある。

【 0 0 6 2 】

本実施形態の方法及び装置によれば、前述したように、磁気記録層に効果的に磁気異方性を付与することが可能となる。以下、この点についてさらに詳しく説明する。

図 6 は、逸軸斜めスパッタ粒子による異方性付与について説明する斜視概略図である。前述した逸軸斜めスパッタ粒子が異方性付与に何故貢献するかは完全には明らかではないが、次のような推測が可能である。

【 0 0 6 3 】

図 6 に示すように、逸軸斜めスパッタ粒子は、基板 9 上の同心円の接線方向（以下、単に接線方向）に方向成分を持って基板 9 に入射する。このように、基板 9 の法線方向以外に方向成分を持つスパッタ粒子が多く入射すると、この方向に結晶の軸が傾いたり、この方向に結晶が成長し易くなったりすることがあると考えられる。例えば、模式的に描けば、図 6 中に拡大して示すように、接線方向の側に斜めに傾いた微細な凹凸 9 2 0 が多数形成されることがあり得る。

【 0 0 6 4 】

このような基板 9 の法線以外の一定の方向に成分を持つスパッタ粒子が入射すると、この方向に薄膜の構造又は特性が異方化する。そして、このような薄膜の

上に、下地層、中間層、磁気記録層を積層していくと、磁気記録層も異方性を帯びたものとなる。詳細な構造は不明であるが、推測されるモデルの一例を以下に説明する。

【 0 0 6 5 】

例えば、下地層としてCr又はCr合金膜が高温で作成される場合、その膜は体心立方構造となり、その(100)方向が基板9と平行になる。そして、CoCrPtTaやCoCrPtBのようなCo基強磁性合金膜は六方最密(hcp)構造であり、Cr又はCr合金膜より成る下地層上にCo基強磁性合金膜が作成されると、この下地層の結晶の(110)方向にCo基強磁性合金膜のc軸が一致したものとなる。即ち、c軸が基板9と平行になる。この際、下地層の(110)方向が接線方向に向くようにしておくと、Co基強磁性合金膜のc軸も接線方向に向くようになる。この結果、接線方向の保磁力が強くなる磁気異方性が得られる。

上記説明から解るように、上のモデルにおいては、(110)方向が接線方向に向くように下地層が形成されることが前提である。異方性付与層は、このような方向に下地層の結晶の配向に向くようする作用があるものと考えられる。

【 0 0 6 6 】

ターゲットが基板9と同軸の回転軸の周りに回転することから解るように、この実施形態の構成は、周方向に異方性を付与するものである。つまり、図6に示すように、ターゲットから放出されて斜めに入射するスパッタ粒子S2は、接線方向に成分を持つ。この際、基板9に対して相対的にターゲットは回転しているから、結局、図6に示す結晶の傾きも周方向に沿ったものとなる。従って、周方向で磁化した場合の保磁力が、径方向で磁化した場合の保持力より強くなる。

【 0 0 6 7 】

図4に示す方向規制板39は、このような斜め入射スパッタ粒子S2による異方性付与を促進する効果がある。即ち、方向規制板39は、軸一軸に飛行するスパッタ粒子を遮蔽するものとなっている。このため、逸軸斜めスパッタ粒子が相対的に多く基板9に入射し、この結果、周方向への磁気異方性付与が促進されるようになっている。但し、方向規制板39が無くとも、前述した斜め入射の構成

のみでも十分に磁気異方性付与は可能である。尚、方向規制板 3 9 として、逸軸斜めスパッタ粒子を遮蔽して、軸-軸方向に飛行するスパッタ粒子を多く入射させるようにすると、径方向への磁気異方性付与を促進することが可能になる。

【 0 0 6 8 】

このように、逸軸斜めスパッタ粒子により作成された膜を下地層の下側に設けておくと、磁気記録層に異方性を付与できるのであるが、発明者の実験によると、膜の材料は何でも良いという訳ではなく、ニオブ、タンタル、ニオブ合金又はタンタル合金に限定されることが解った。また、成膜時に窒素ガスを導入する等して膜が窒素を含んでいなければならないことが解った。以下、これらを確認した実験の結果について説明する。

【 0 0 6 9 】

まず、表 1 は、材料依存性及び斜め入射依存性について確認した実験の結果が示されている。

【表 1】

異方性付与膜	C r 膜垂直入射	C r 膜斜め入射
無し	$OR = 1.0$	$OR = 1.0$
有り (窒化 CrNb 膜)	$OR = 1.1$	$OR = 1.2$

まず、異方性付与膜を作成しないで下地層をして C r 膜 2 0 n m の厚さで作成し、その上に磁気記録層として C o C r P t B 膜を 2 0 n m の厚さで作成してその磁気異方性を測定した。尚、表 1 において、O R は磁気異方性を意味し、 $OR = (\text{周方向の保磁力}) / (\text{径方向の保磁力})$ である。次に、異方性付与膜として窒化 C r N b 膜を作成し、同様に C r 膜と C o C r P t B 膜を作成した。尚、C r 膜は、基板 9 とターゲットを同軸に対向させたスパッタ粒子垂直入射と、前述した斜め入射との二通りを行った。各膜の作成において、基板 9 の温度は 2 0 0 °C、スパッタ電力は 5 0 0 W とした。

【 0 0 7 0 】

また、窒化C r N b膜の作成時のプロセスガスは、アルゴンに対して窒素を15～30%添加したガスである。窒化C r N b膜の作成時の圧力は2 P aであり、その後、大気ガスを導入して 10^{-3} P aの圧力に晒した。C r N b合金製ターゲットは、C rが70 a t %でN bが30 a t %である。

【 0 0 7 1 】

表1に示すように、異方性付与膜が無い場合、C r膜が垂直入射の場合でも斜め入射の場合でもO Rは1であり、磁気異方性は確認されなかった。これに対し、窒化C r N b膜がある場合、C R膜垂直入射の場合でO Rは1. 1、C R膜斜め入射の場合には1. 2になり、磁気異方性が付与されることが確認された。尚、異方性付与膜が無い例では、C r膜の下側は基板9そのものの材質である。但し、従来のようにN i P膜やN i A l膜を作成した場合にも結果は同様にO R = 1であった。

【 0 0 7 2 】

次に、異方性付与膜中の窒素の有無に対する依存性について確認した実験の結果について説明する。図7及び図8は、異方性付与膜中の窒素の有無に対する依存性について確認した実験の結果について示した図であり、異方性付与膜の作成時に添加した窒素の量に対する磁気記録層の磁気異方性の依存性を示している。図7は、C r N b膜中の窒素有無に対する依存性、図8は、C r T a膜中の窒素有無に対する依存性について示す。

【 0 0 7 3 】

まず、図7では、アルゴン100 s c c m (s c c mは0℃1気圧で換算した気体の流量(c c /分))に対して窒素の添加量を変えてC r N b膜を作成した結果が示されている。図7に示すように、C r N b膜で、窒素の添加がゼロの場合、O R = 1であり磁気異方性は見られない。窒素の添加量を増やしていくと、徐々に磁気異方性が高くなり、20 s c c m程度でピークとなる。従って、成膜時の窒素添加量は、アルゴンに対して20%程度の流量比が最適であることが解る。

【 0 0 7 4 】

次に、図 8 では、アルゴン 8 0 s c c m に対して窒素の添加量を変えて C r T a 膜を作成した結果が示されている。図 8 に示すように、窒素の添加が無い場合には、O R は 1 以下であり、付与しようとしたのとは逆の径方向の磁気異方性が出てしまっている。窒素添加量を増やすと、周方向の磁気異方性が現れ、1 0 s c c m 程度でピークとなる。従って、C r T a 膜の場合、アルゴンに対して 1 2 . 5 % 程度の窒素添加が最適であることが解る。

【 0 0 7 5 】

次に、異方性付与膜作成後の大気ガス暴露の効果について説明する。

図 7 に示す実験において、異方性付与膜作成後そのまま下地層と磁気記録層の形成を行った場合と、異方性付与膜の表面を大気ガスに晒した場合とを比較した。そのまま下地層と磁気記録層を形成した場合には磁気異方性は 1 . 1 弱であったが、2 P a 程度の圧力の大気ガスに 1 分程度晒した後に下地層と磁気記録層を作成した場合には、磁気異方性は 1 . 2 程度まで向上した。このような結果は、大気ガスに代えて酸素ガス又は窒素ガスでも同様であった。このような結果は、異方性付与層の表面を薄く酸化させたり、窒化の度合いの高い層を表面に薄く設けたりするような表面の変性処理を行うと、磁気異方性がさらに向上することを示していると思われる。

尚、異方性付与膜として C r N b 膜を作成する場合、その C r N b 膜の N b 含有量は、全体に対して 2 0 a t % 以上 8 0 a t %、より好ましくは 3 0 a t % 以上 5 0 a t % とされる。C r T a 膜の T a 含有量も、これと同様である。

【 0 0 7 6 】

以上説明したように、本実施形態によれば、磁気記録層の磁気異方性が高くなるので、熱ゆらぎの問題を抑制でき、高記録密度化に大きく貢献できる。また、上述した本実施形態の構成では、基板 9 はテクスチャの無い平坦なままの状態で使用される。テクスチャの無い場合でも、上述したような効果が得られる。このため、スペーシングの低減の傾向を阻害することがなく、この点でも高記録密度化に大きく貢献できる。但し、本願の発明は、テクスチャの形成を排除するものではない。テクスチャを形成すれば、さらに磁気異方性は高くなる。

【 0 0 7 7 】

尚、本願発明では、異方性付与膜をスパッタリングで作成するに際してのスパッタ粒子の方向制御は必須のものではない。例えば基板の表面にテクスチャを形成した場合、通常のスパッタリングによっても異方性付与の作用を得ることが可能である。また、前述した方向規制板 3 9 を使用せずに単にターゲット 3 0 を偏心配置してスパッタ粒子を斜めに入射させるだけでも良い。

また、上述した実施形態の装置及び方法では、固定された基板 9 に対してターゲット 3 0 を回転させたが、固定されたターゲット 3 0 に対して基板 9 が回転する場合でも同様の効果が得られる。

【 0 0 7 8 】

また、上記実施形態では、磁気記録ディスクとして専らハードディスクを採り上げたが、フレキシブルディスクやZIPディスクのような他の磁気記録ディスクでもよい。また、光磁気ディスク（MOディスク）のような磁気的作用とともに磁気以外の作用を利用する記録ディスクについても、本願発明を利用することができる。さらに、本願発明の考え方は、磁気記録ディスクの用途の他、MRAM (Magnetic Random Access Memory) のような磁気的作用を使用した半導体メモリ等の製造に応用することができる。

【 0 0 7 9 】

【発明の効果】

以上説明した通り、本願の請求項 1、3 又は 6 記載の発明によれば、基板と磁気記録層との間の異方性付与層よりも磁気記録層に磁気異方性を付与することできる。このため、熱ゆらぎの問題が解決され、さらなる高記録密度化に貢献できる。

また、請求項 2、4 又は 7 記載の発明によれば、異方性付与層の磁気記録層側の表面は、大気ガス、窒素ガス又は酸素ガスに晒されることにより変性されているので、さらに磁気異方性が高くなる。

また、請求項 5 又は 8 記載の発明によれば、テクスチャ無しの場合でも磁気記録層に磁気異方性を付与することができる。従って、スペーシングの低減に寄与でき、この点でさらなる高記録密度化に貢献できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

実施形態に係る磁気記録ディスクの断面概略図である。

【図 2】

実施形態に係る磁性膜作成装置の概略構成を示す平面図である。

【図 3】

図 1 に示す異方性付与層形成チャンバー 1 の側面断面概略図である。

【図 4】

異方性を付与するためのスパッタ粒子の斜め入射の構成について説明する平面概略図である。

【図 5】

図 3 に示すカソードユニット 3 の詳細を示す断面図である。

【図 6】

逸軸斜めスパッタ粒子による異方性付与について説明する斜視概略図である。

【図 7】

異方性付与膜中の窒素の有無に対する依存性について確認した実験の結果について示した図である。

【図 8】

異方性付与膜中の窒素の有無に対する依存性について確認した実験の結果について示した図である。

【図 9】

従来技術の課題について説明する図である。

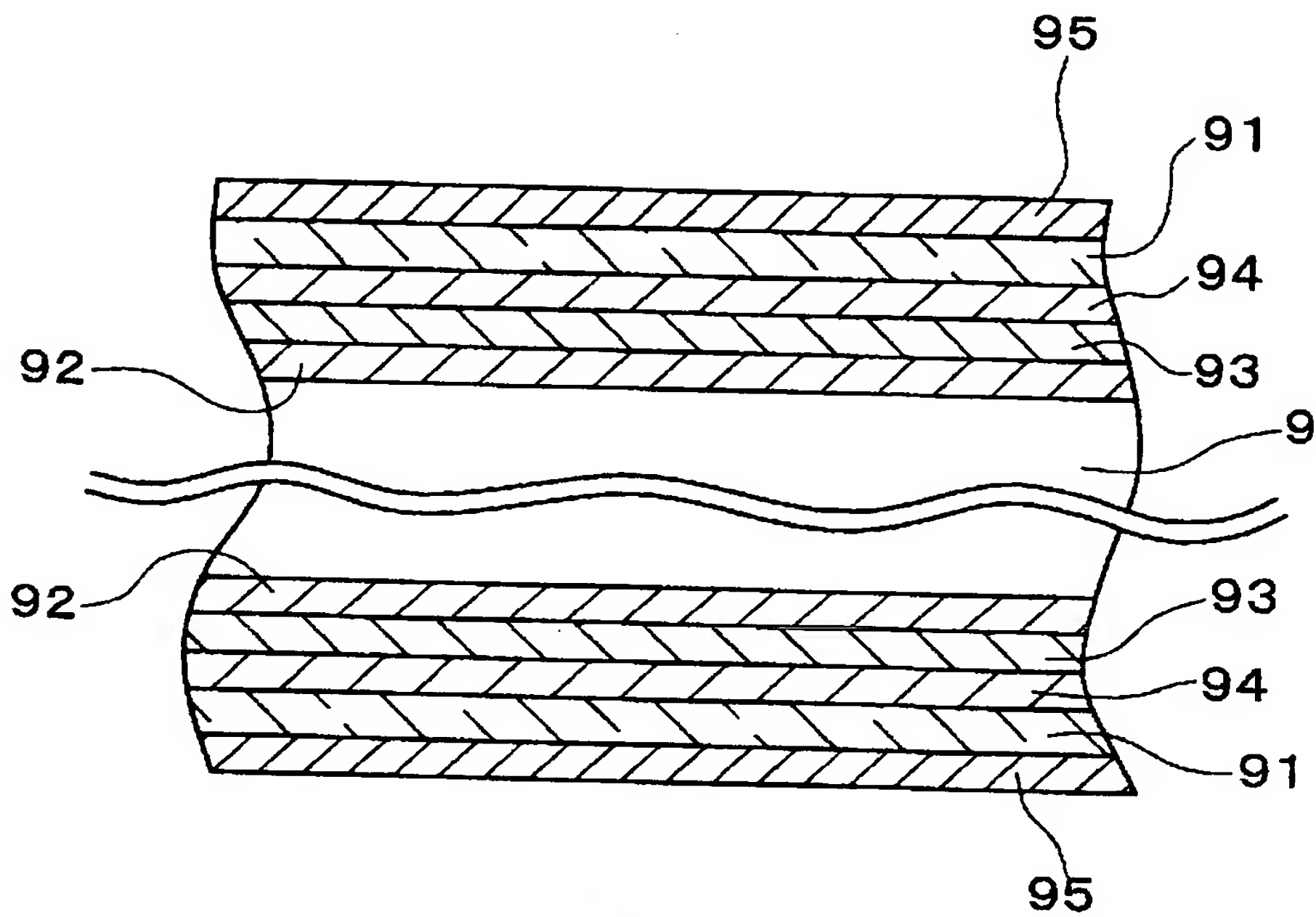
【符号の説明】

- 1 異方性付与層形成チャンバー
 - 1 1 排気系
 - 1 2 ガス導入系
- 2 キャリア
- 3 カソードユニット
 - 3 0 ターゲット
 - 3 5 1 回転駆動源

- 3 9 方向規制板
- 8 9 暴露チャンバー
- 9 基板
- 9 1 磁気記録層
- 9 2 異方性付与層
- 9 3 下地層
- 9 4 中間層
- 9 5 保護層

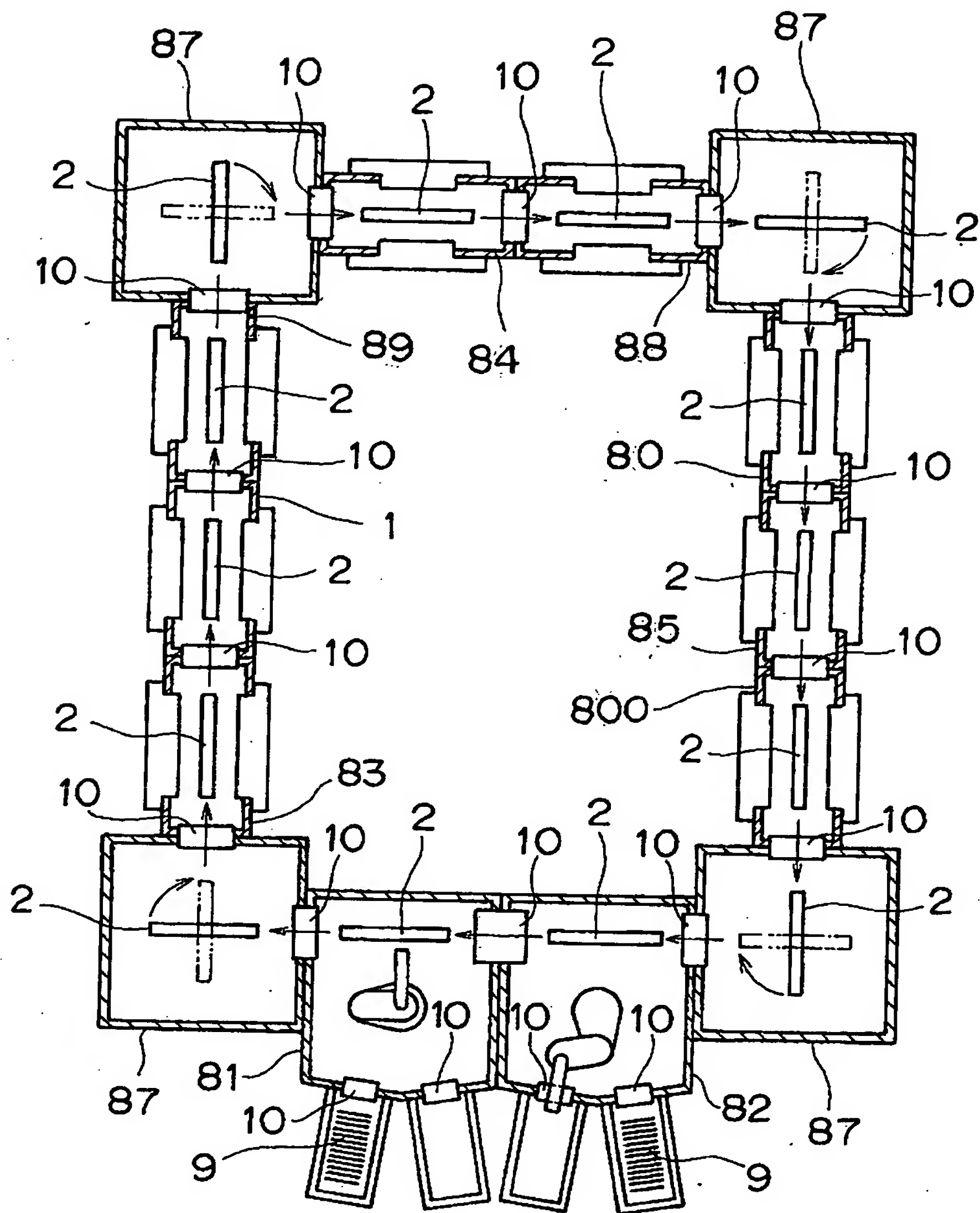
【書類名】 図面

【図 1】

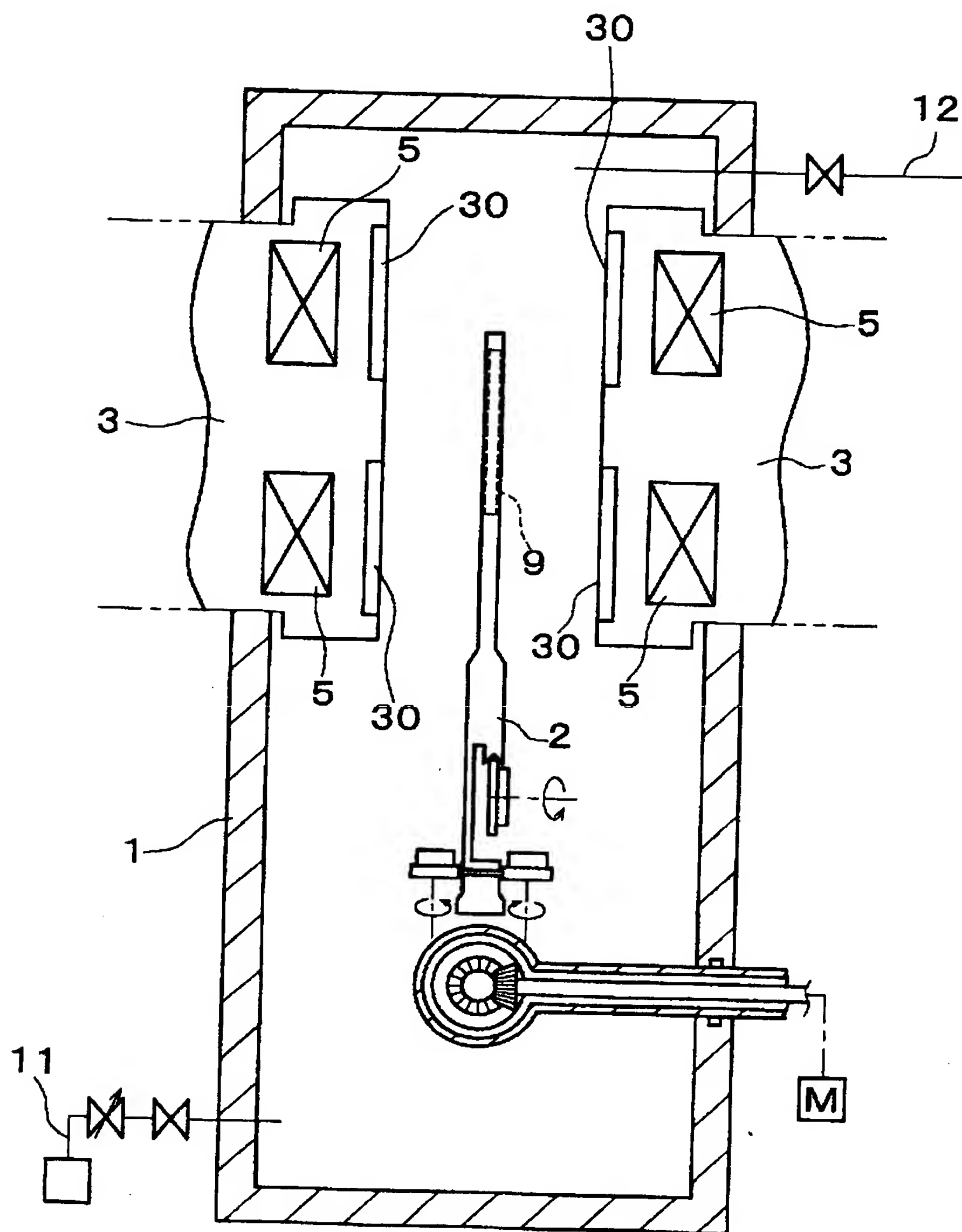


- 9:基板
- 91:磁気記録層
- 92:異方性付与層
- 93:下地層
- 94:中間層
- 95:保護層

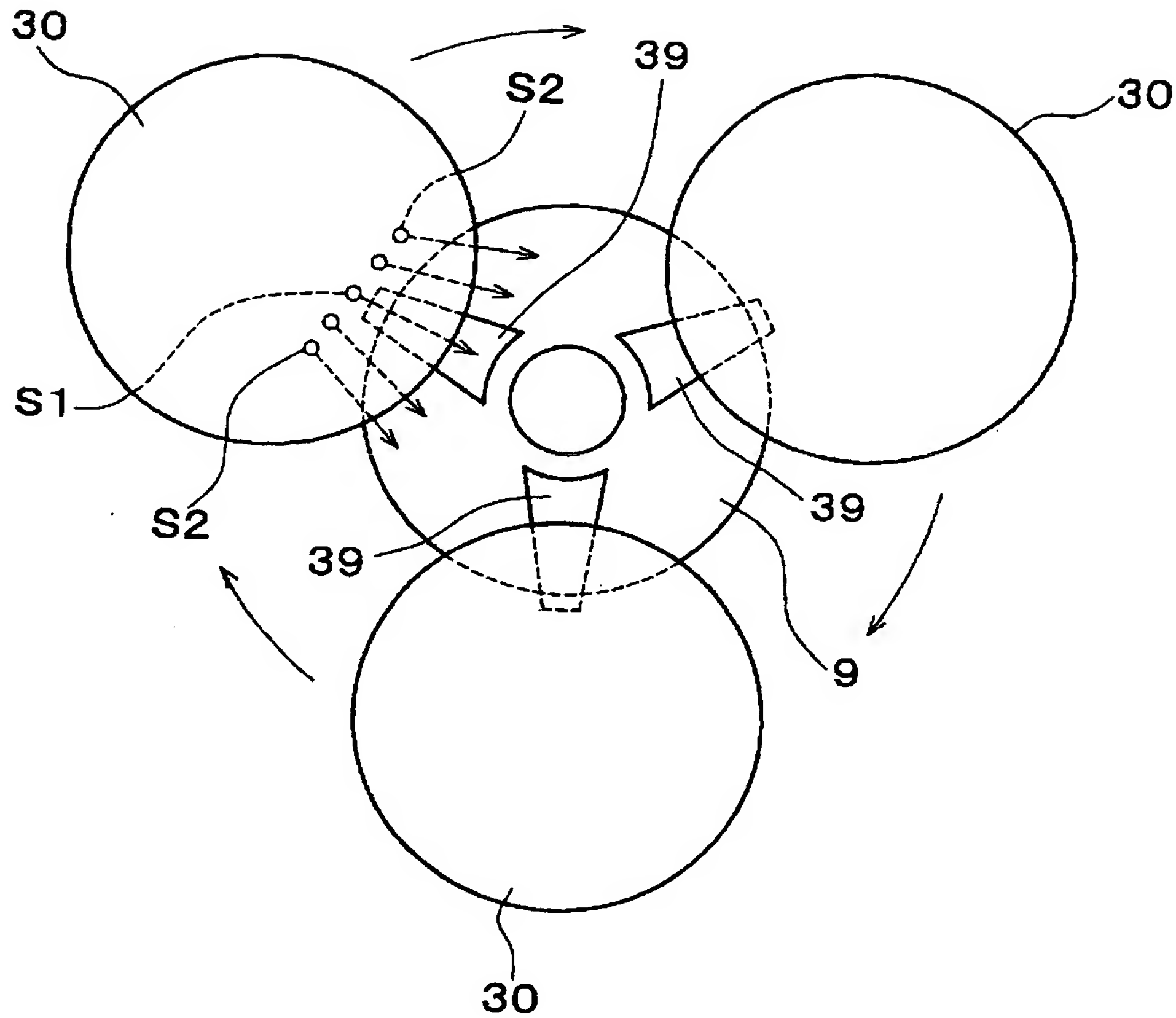
【図 2】



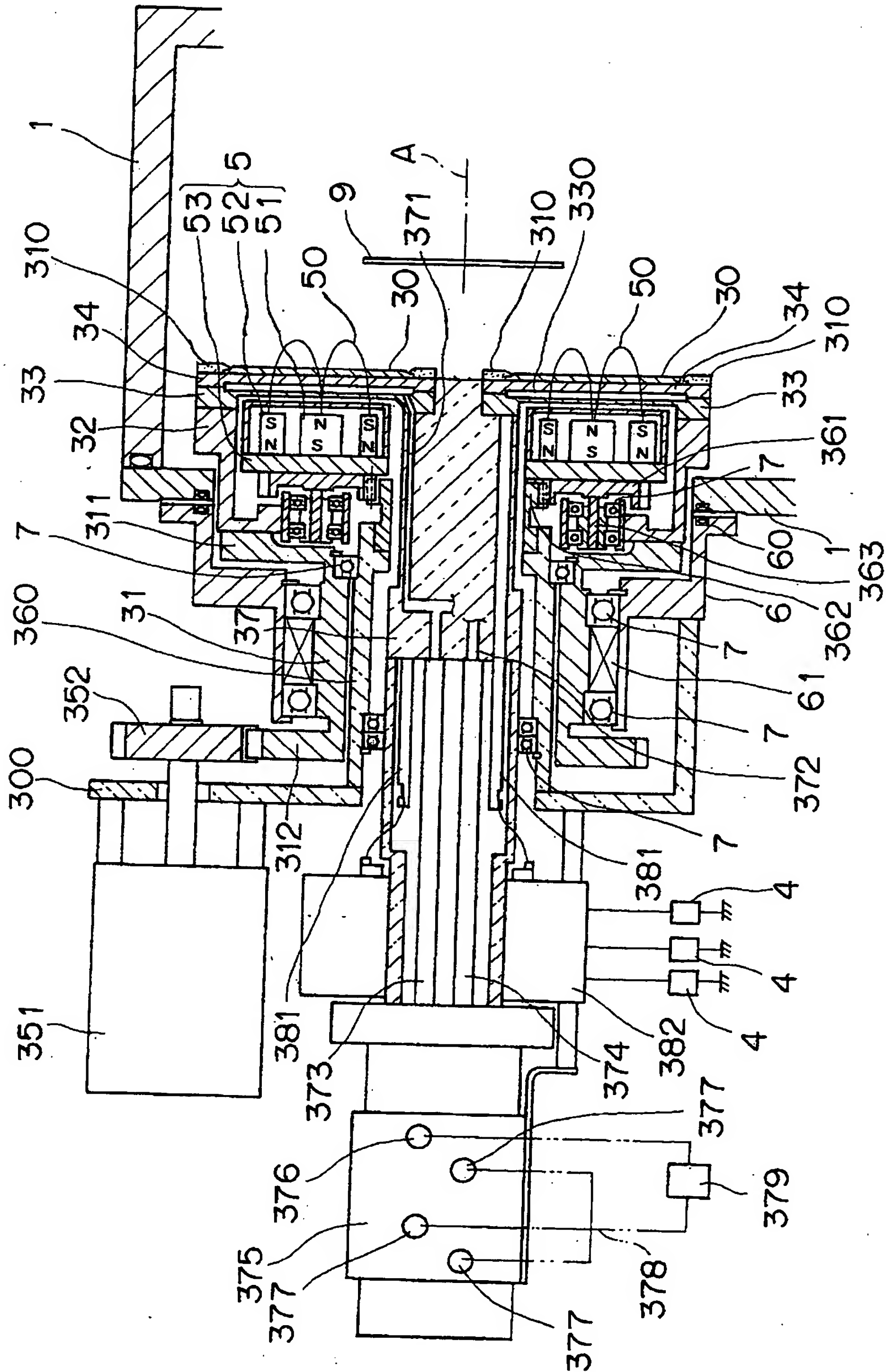
【図 3】



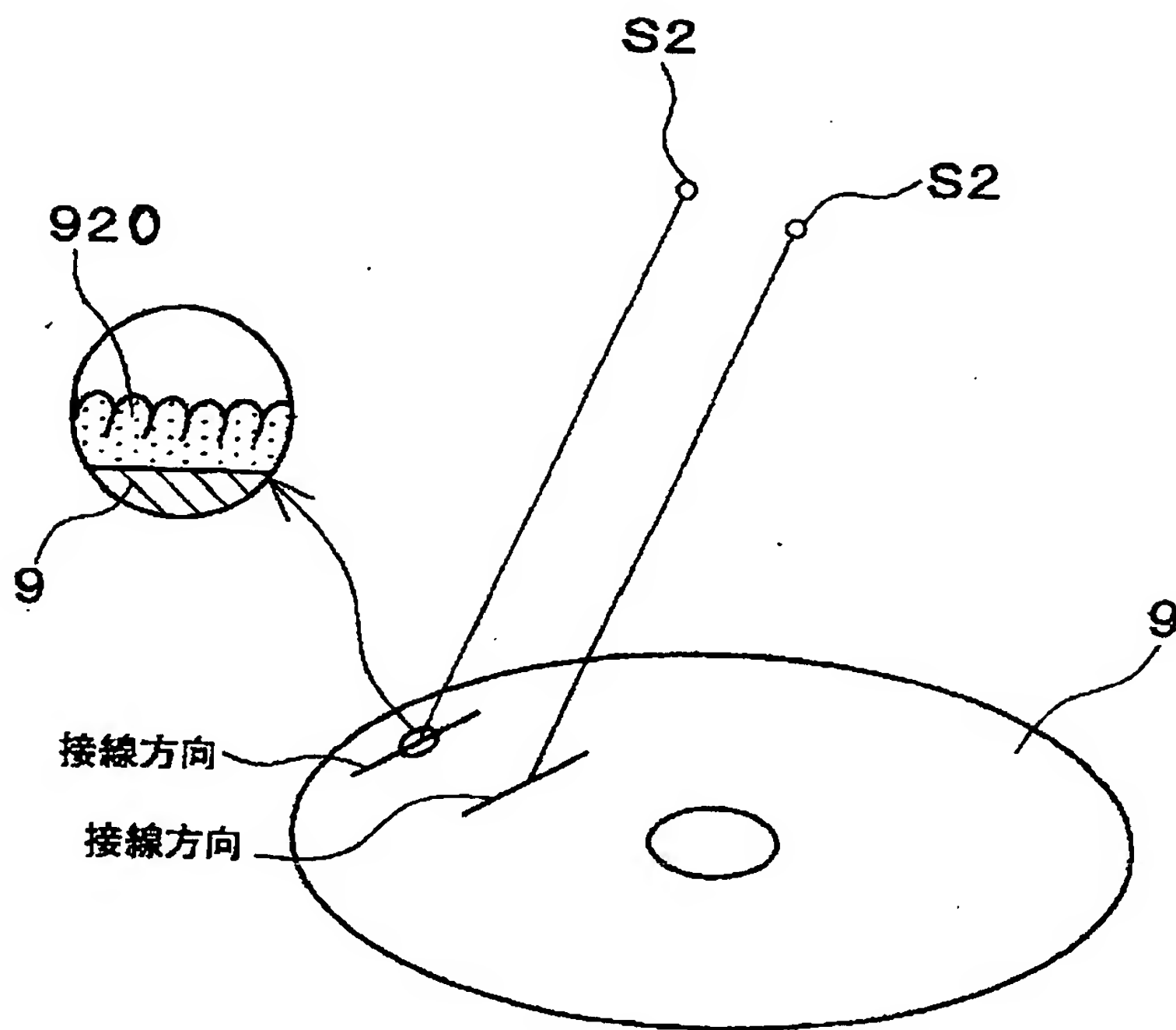
【 図 4 】



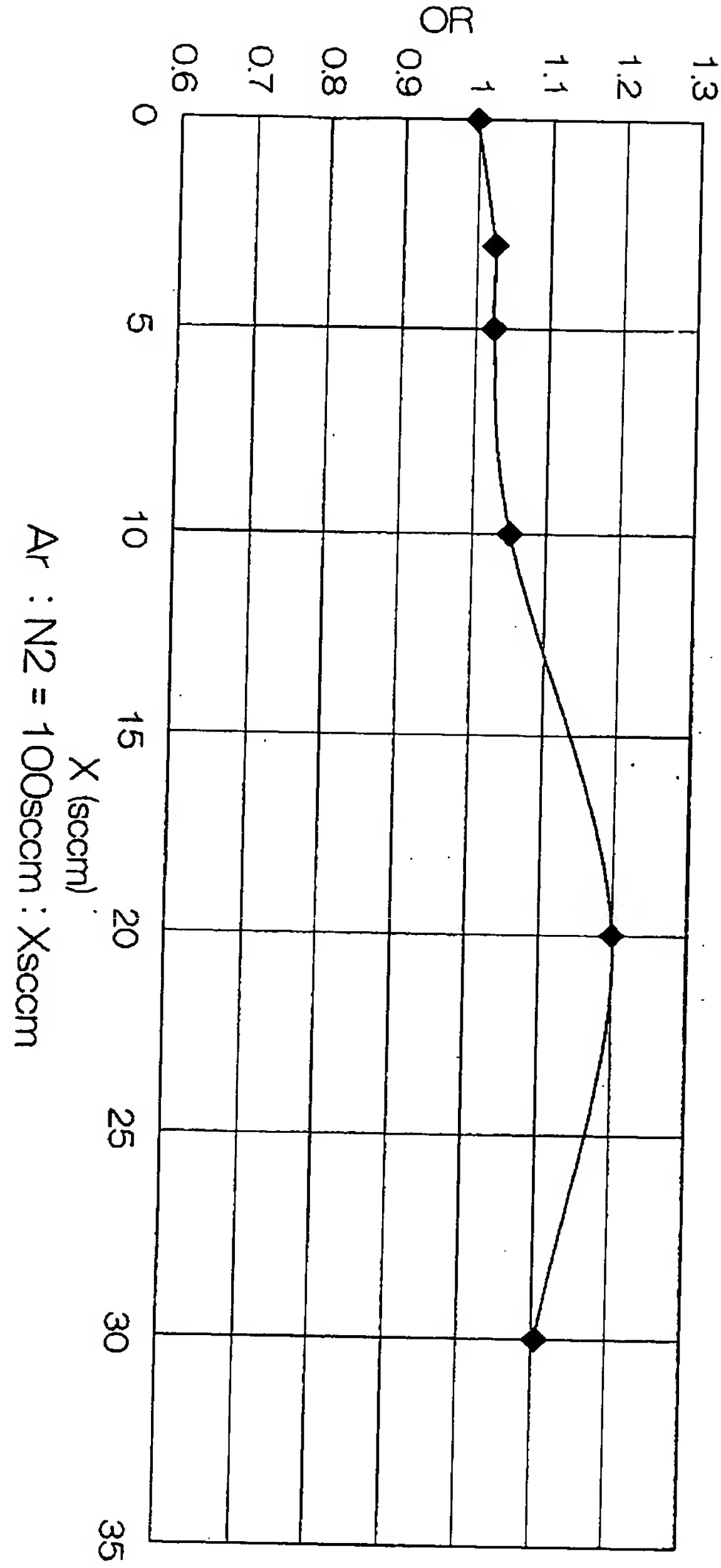
【図 5】



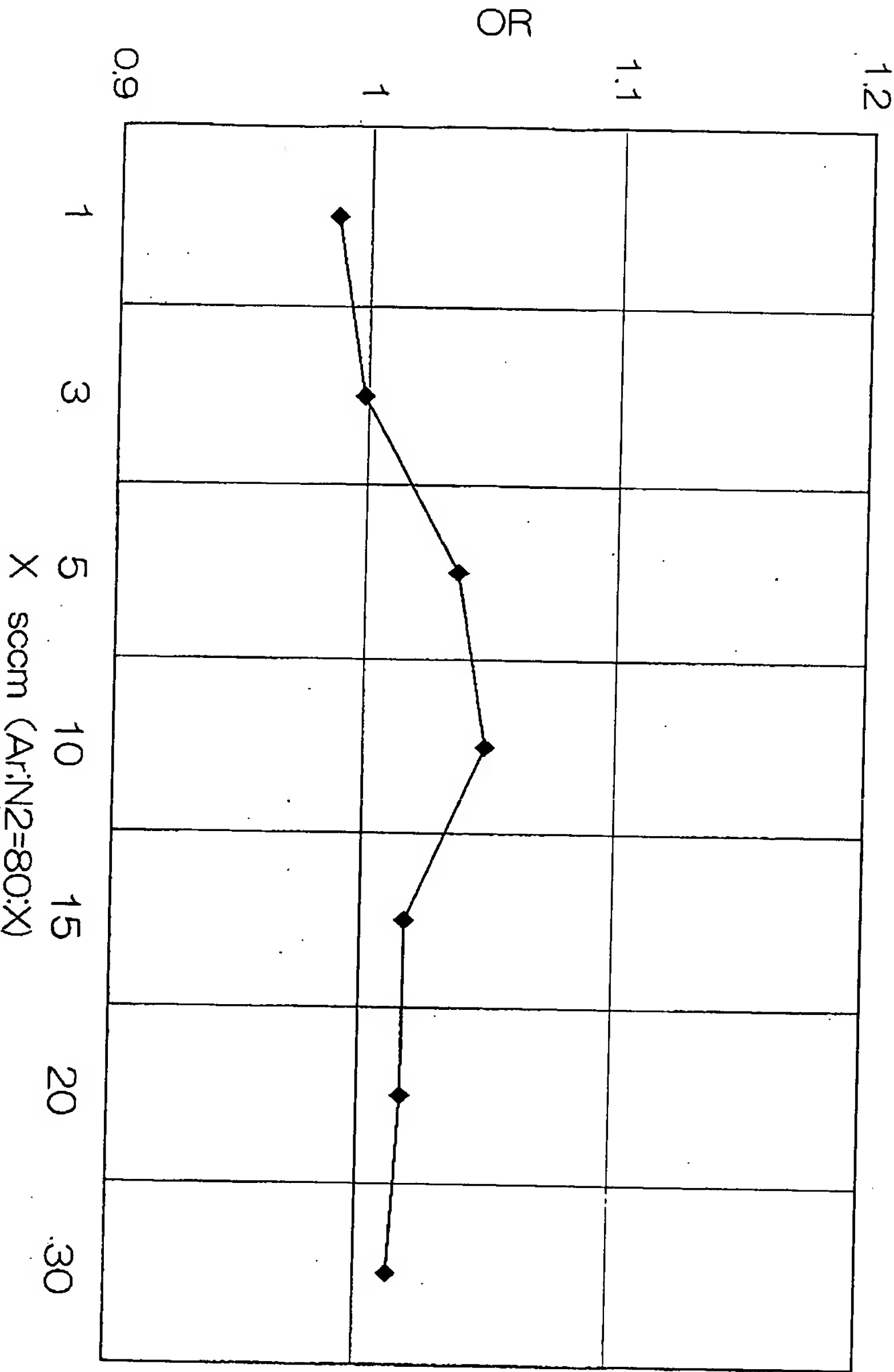
【図 6】



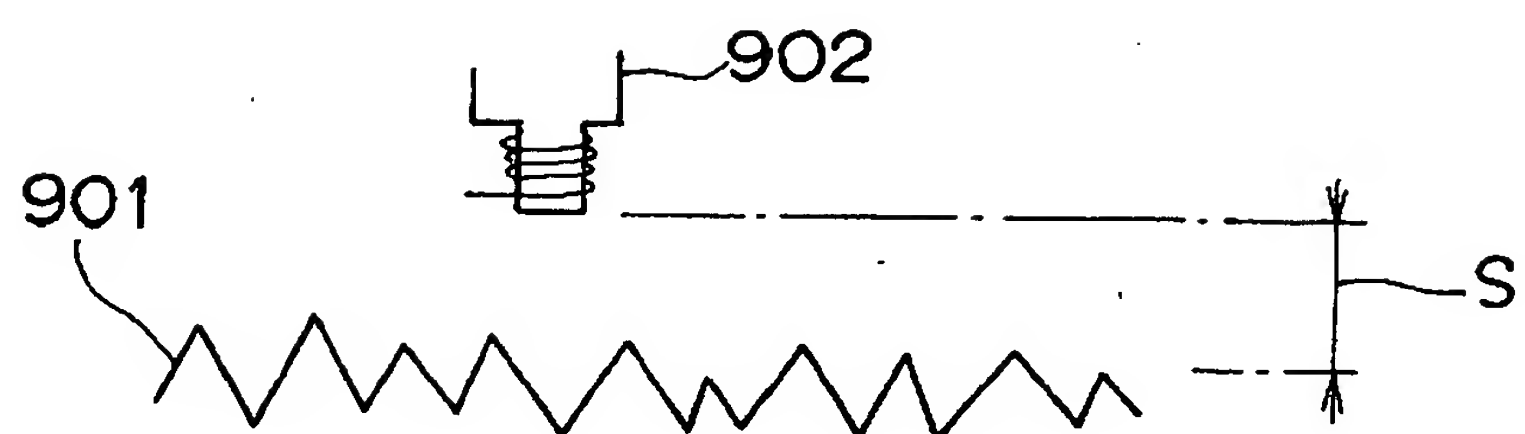
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】 テクスチャを設けることなしに磁気記録層に磁気異方性を付与することができる新規な構成を提供する。

【課題】

【解決手段】 基板 9 上に形成された磁気記録層 9 1 より成る磁気記録ディスクは、基板 9 と磁気記録層 9 1 の間に磁気記録層 9 1 に磁気異方性を付与する異方性付与層 9 2 を有する。異方性付与層 9 2 は、タンタル、ニオブ合金又はタンタル合金であって窒化されたもの又は窒素を含む薄膜であり、表面が大気ガス、窒素ガス又は酸素ガスに晒されて変性されている。異方性付与層 9 2 は、例えばクロムニオブ合金製ターゲットを窒素を含むプロセスガスによってスパッタして作成した薄膜であり、成膜後に 0.5 ～ 10 Pa 程度の圧力の酸素ガスに晒す。ターゲットからのスパッタ粒子のうち、付与すべき異方性の方向に方向成分を持って飛行するスパッタ粒子を相対的多く基板 9 に入射させる方向制御が行われる。

【選択図】 図 1

特 2 0 0 1 - 0 6 0 9 7 9

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 1 - 0 6 0 9 7 9
受付番号	5 0 1 0 0 3 0 9 2 4 4
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0 0 9 2
作成日	平成 1 3 年 3 月 1 6 日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成13年 3月 5日
-------	-------------

特 2 0 0 1 - 0 6 0 9 7 9

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [0 0 0 2 2 7 2 9 4]

1. 変更年月日 1 9 9 5 年 1 1 月 2 4 日

[変更理由] 名称変更

住 所 東京都府中市四谷 5 丁目 8 番 1 号

氏 名 アネルバ株式会社